

Requested Patent: EP0868101A2

Title:

METHOD FOR ANALYSING THE TRAFFIC DENSITY IN A MOBILE
RADIO NETWORK ;

Abstracted Patent: EP0868101 ;

Publication Date: 1998-09-30 ;

Inventor(s):

ENGEL THOMAS (DE); ANLAUF JOACHIM K PROF DR (DE);
MARGER DIETER DR (DE) ;

Applicant(s): DEUTSCHE TELEKOM MOBIL (DE) ;

Application Number: EP19980105450 19980325 ;

Priority Number(s): DE19971012473 19970325 ;

IPC Classification: H04Q7/34; H04Q7/36 ;

Equivalents: DE19712473 ;

ABSTRACT:

The traffic density analysis method for a mobile communications network uses a data detection device for detecting given parameters for each mobile station, with the parameter vectors representing a point distribution in a multi-dimensional parameter space. An analysis device is used for analysis of the vector data, corresponding to an analysis of the point distribution represented by the vectors

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 868 101 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
30.09.1998 Patentblatt 1998/40

(51) Int. Cl.⁶: **H04Q 7/34, H04Q 7/36**

(21) Anmeldenummer: **98105450.5**

(22) Anmeldetag: **25.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **25.03.1997 DE 19712473**

(71) Anmelder:
**DeTeMobil
Deutsche Telekom MobilNet GmbH
53227 Bonn (DE)**

(72) Erfinder:
• **Anlauf, Joachim k., Prof. Dr.
53340 Meckenheim (DE)**
• **Engel, Thomas
53229 Bonn (DE)**
• **Marger, Dieter, Dr.
53572 Unkel (DE)**

(54) Verfahren zur Analyse der Verkehrsdichte in einem Mobilfunknetz

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse der Verkehrsdichte in einem Mobilfunknetz mit Mobilstationen und Feststationen, wobei die Mobilstationen Sendeparameter mehrerer Feststationen bestimmen, die geeignet sind, den Aufenthaltsort der Mobilstation zu charakterisieren. Durch eine Datenerfassungseinheit werden die bestimmten Parameter pro Mobilstation erfaßt und derart vektoriell abgelegt werden, daß die Parametervektoren eine Punkteverteilung in einem mehrdimensionalen Parameterraum repräsentieren. Eine Analyseeinheit führt eine Analyse der Vektordaten durch, die einer Analyse der durch die Vektoren repräsentierten Punkteverteilung entspricht.

EP 0 868 101 A2

Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Analyse der Verkehrsdichte in einem Mobilfunknetz. Die rasch steigende Teilnehmeranzahl in Mobilfunknetzen nach dem GSM-Standard erfordert zur Sicherstellung der Kundenzufriedenheit eine kontinuierliche Steigerung der Netzkapazität, d.h. der Anzahl gleichzeitig möglicher Gespräche an einem räumlich begrenzten Ort. Diese ist im wesentlichen durch die limitierte Anzahl der zur Verfügung stehenden Funkfrequenzen beschränkt, welche wiederum die vorhandenen Sprachkanäle bestimmt. Die Erhöhung der Kapazität, die vor allem in den bereits stark ausgebauten Ballungsgebieten sowie in den Innenstädten notwendig ist, kann nur durch strukturelle Erweiterung der dort bestehenden Kleinzellennetze erreicht werden.

Eine der denkbaren Möglichkeiten zur Kapazitätssteigerung ist die Einführung von mikrozellularen Strukturen, d.h. eine vollständige Abdeckung von Ballungszentren mit Funkzellen sehr geringer Sendeleistung und in höchster Packungsdichte mit jeweils einer (oder mehreren) überlagerten Schirmzelle(n).

Eine weitere, wesentlich kostengünstigere Alternative stellt die Versorgung von lokalen Verkehrsschwerpunkten (sog. hot spots) mit einzelnen (Mikro-) Zellen dar. Dies kann als erste Migrationsstufe in Richtung der oben beschriebenen großflächigen Mikrozellenstruktur angesehen werden und wäre mittelfristig zur Abdeckung der Kapazitätsengpässe hinreichend. Voraussetzungen für eine optimale Planung und z. B. für den Einsatz der vorgenannten lokalen Variante sind neben der Existenz und der Stationarität von hot spots, die Möglichkeit, die Verkehrsdichte meßtechnisch zu erfassen. Es gilt somit, eine Bestimmung der Verkehrsdichte im Mobilfunknetz vorzunehmen. Hierbei ist es insbesondere erforderlich, zum einen den Nachweis zu führen, ob konstante lokale Verkehrskonzentrationen auftreten und zum anderen eine exakte örtliche Zuordnung solcher Konzentrationen zu finden. Zur letztgenannten Frage ist die deutsche Patentanmeldung DE 195 33 472 zu nennen, die ein Verfahren zu Ortszuordnung von Meßdaten ausgewählter Funkkenngrößen eines zellularen Funknetzes offenbart. Hierbei werden durch die Mobilstationen des Mobilfunknetzes Sendeparameter mehrerer Feststationen bestimmt, die zu einer Ortszuordnung der Meßdaten verwendet werden.

Zu einer Analyse der Verkehrsdichte werden zur Zeit vor allem Verfahren mit Testsendern eingesetzt. Die Verfahren beruhen darauf, in vermuteten hot spots auf dem Gebiet einer überlagerten Basisstation einen Testsender zu betreiben, welcher von allen Mobilstationen der dort telefonierenden Kunden als mögliches Ziel für ein handover angesehen wird. Es wird der Verkehrsan teil bestimmt, den der Testsender von der betrachteten Basisstation bei einem realen Aufbau übernehmen würde. Dieser ist ein Maß für die Verkehrsdichte in dem betrachteten Gebiet. Vor dem Einsatz des Testsenders

ist es jedoch notwendig, annähernd die lokalen Verkehrsschwerpunkte zu kennen, da dies zur Standortfindung zwingend erforderlich ist. Ferner müssen nach der Festlegung des Standortes zur Anpassung der Sendeleistung umfangreiche Untersuchungen zu den Pegelverhältnissen und zur Ausdehnung des durch den Testsender versorgten Gebietes durchgeführt werden. Die Problematik der Standortgewinnung mit Antennenmontage und Bereitstellung der Stromversorgung sind als weitere Nachteile zu erwähnen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es somit, ein Verfahren bereitzustellen, das eine einfache Analyse der Verkehrsdichte in einem Mobilfunknetz erlaubt. Diese Aufgabe wird gelöst durch die Merkmale des vorliegenden Anspruchs 1.

Der Gegenstand der vorliegenden Erfindung besitzt den entscheidenden Vorteil, daß er allein mit den ohnehin im Mobilfunknetz vorhandenen Daten auskommt, um eine Analyse der Verkehrsdichte zu ermöglichen. Zusätzliche Einrichtungen wie Testsender werden entbehrlich, ebenso wie aufwendige flächendeckende Meßfahrten. Zwischen den Parametervektoren und den geographischen Orten, an denen sie aufgezeichnet wurden, besteht ein direkter Zusammenhang. Da die Parameterwerte ein stetiges Verhalten in Abhängigkeit vom geographischen Ort aufweisen, können durch eine Analyse der Parametervektoren bzw. der Verteilung der Punkte im Parameterraum, die durch die Vektoren repräsentiert werden, bereits Aussagen über die Verkehrsdichte gemacht werden, insbesondere über Häufungen von Mobilstationen, die sich als Häufungen von Punkten in der Punkteverteilung im Parameterraum bemerkbar machen. Allein durch Ermittlungen von Datenbereichen in den Parameterdaten, die solchen Häufungen in der Punkteverteilung entsprechen, kann somit bereits die Existenz von Gebieten mit hot spots nachgewiesen werden. Auf diese Datenbereiche wird im folgenden der Einfachheit halber als Häufungen Bezug genommen. Diese können einem Netzbetreiber geeignet angezeigt werden und der Betreiber kann dann entscheiden, ob eine genaue Bestimmung der Lage des oder der hot spots nötig ist oder es sich um eine unkritische Situation handelt.

Zur Charakterisierung des Aufenthaltsortes kommen insbesondere Basisstationskennungen, die Laufzeiten zwischen Feststation und Mobilstation oder die Empfangspegel der Feststationen in Frage. Die Zusammenfassung und Speicherung der Meßwerte in einem Parametervektor kann bereits in der Mobilstation erfolgen, kann jedoch ebenso erst netzseitig durchgeführt werden. Bevorzugt werden die Parameterwerte, die von den Mobilstationen bestimmt werden, gemittelt. Ebenso ist es zur Vermeidung von Störeinflüssen sinnvoll, eine Normierung der Parametervektoren durchzuführen.

Zur netzseitigen Erfassung der Parameterwerte bzw. -vektoren, die von den Mobilstationen bestimmt wurden, sind sinnvollerweise Einrichtungen zur Datenerfassung vorzusehen, die auf den üblichen Übertra-

gungsweg der von der Mobilstation ausgehenden Daten zugreifen, bevorzugt auf die netzseitigen Schnittstellen der Feststationen, und eine Erfassung der Daten durchführen. Hierzu können Protokolltesteinrichtungen Anwendung finden. Die somit ermittelten Daten werden an eine Auswerteeinheit im Netz weitergeleitet, die ein Analyseverfahren zur Verkehrsdichtebestimmung durchführt. Eine Häufung in der Punkteverteilung kann dann z. B. durch Ermittlung ähnlicher Parametervektoren erfolgen. Hierzu wird sinnvollerweise ein Abstandsmaß berechnet, wie auch im folgenden noch weiter ausgeführt wird.

Zur Vereinfachung einer Weiterverarbeitung der Ergebnisse, insbesondere zu Zwecken einer graphischen Darstellung, kann eine Berechnung einer zweidimensionalen Projektion der Punkteverteilung im Parameterraum erfolgen. Man erhält somit bereits eine „Karte“, die Aufschlüsse über die Verkehrsdichte in dem betrachteten Gebiet gibt. In dieser Karte treten insbesondere Häufungen in der Verkehrsdichte deutlich hervor und können so einfach ermittelt und graphisch dargestellt werden, ohne daß eine aufwendige Zuordnung der Meßdaten zu geographischen Orten nötig wäre. Zur Berechnung einer solchen Projektion können verschiedene, aus dem Stand der Technik bekannte Verfahren Anwendung finden. Bevorzugt wird ein neuronales Netzwerkverfahren verwendet, wie z. B. Growing Self Organizing Networks oder eine Self Organizing Map, die im nach folgenden speziellen Beispiel näher erläutert wird.

Durch einen Vergleich der durch die Mobilstationen bestimmten Parameterwerte mit vorbestimmten Vergleichswerten kann auch eine konkrete Ortszuordnung der Parametervektoren bzw. der ermittelten Häufungen durchgeführt werden. Somit kann das Verfahren darüberhinaus auch angewendet werden, um gezielte Aussagen über die geographische Verteilung der Verkehrsdichte zu treffen, insbesondere über lokale Verkehrskonzentrationen. Hierzu kann auf Ergebnisse von Prädiktionsverfahren zurückgegriffen werden, so daß wiederum keinerlei zusätzliche Einrichtungen im betreffenden Gebiet nötig sind. Es können auch Vergleichswerte in nunmehr gezielten Meßfahrten ermittelt werden, die in denjenigen Gebieten durchgeführt werden, in denen bereits die Existenz von hot spots durch das vorliegende Verfahren nachgewiesen werden konnte. Eine komplette Abdeckung des gesamten zu betrachtenden Gebietes durch Meßfahrten ist somit entbehrlich. Die entsprechenden Ergebnisse lassen sich für den Netzbetreiber zur Übersicht auf einer digitalisierten Karte visualisieren.

Im folgenden wird anhand der Figuren 1 bis 3 eine speziellere Ausgestaltung der Erfindung beschrieben, wobei speziell auf die Ermittlung von hot spots eingegangen wird. Es zeigen

Fig. 1: ein Blockdiagramm des Verfahrensablaufes
Fig. 2: eine zweidimensionale Projektion der Punk-

teverteilung im Parameterraum

Fig. 3: eine schematische Darstellung der vorhandenen hot spots im betrachteten Gebiet

Im vorliegenden Beispiel wird von einem Gebiet ausgegangen, in dem 9 hot spots in Form eines großen „F“ vorliegen (Fig. 3). Bei dem hier zu beschreibenden Verfahren wird davon ausgegangen, daß Mobilfunkstationen, die sich an nahe beieinander liegenden Orten befinden, ähnliche Feldstärken von den sie umgebenden Basisstationen empfangen. Die Empfangspegel der Server-Basisstation und die aller Basisstationen aus der Nachbarschaftsliste einer Serverzelle werden in einem ersten Schritt 1 permanent von der Mobilfunkstation gemessen. Die Mittelwerte der Pegel der Serverzelle und beispielsweise der maximal sechs stärksten Nachbarstationen werden periodisch (in GSM alle 480ms) an die Serverstation übermittelt und stehen dort auf der netzseitigen Schnittstelle (A_{bis} -Schnittstelle) zur Verfügung 2.

Die Basisstationen aus der Nachbarschaftsliste sind eindeutig durch N Zahlenpaare (Base Station Identity Code BSIC, Kanalnummer BCCH-NR.) gekennzeichnet. Diese Paare werden als Indizes eines N-dimensionalen Vektors erfaßt, in dessen Komponenten die gemessenen Empfangspegel der jeweiligen Basisstation eingetragen werden 3. Die an einem Ort gemessenen Pegel definieren damit als Parametervektor einen Pegelvektor, der einen bestimmten Punkt in dem oben definierten N-dimensionalen Pegelraum repräsentiert.

Jeder A_{bis} -Meßwert liefert einen neuen Vektor, den Pegelvektor, in dem allerdings nur maximal sieben Komponenten besetzt sind. Die übrigen Komponenten werden auf 0 gesetzt, um den Fehler klein zu halten.

Um fading Effekte zu reduzieren, werden die Pegelvektoren, die zu einem Gespräch gehören, über mehrere Sekunden gemittelt 4.

Es entsteht für jedes laufende Gespräch im Abstand von 480 ms ein Pegelvektor, der einen Punkt im Pegelraum repräsentiert. Die Verteilung dieser Vektoren bzw. Punkte gibt somit Hinweise über die Verkehrsdichte im betrachteten Gebiet. Diejenigen Gebiete im Pegelraum an denen sich diese Punkte häufen (cluster) weisen auf hot spots hin, also auf Verkehrsschwerpunkte.

Die Pegelvektoren werden über einen frei wählbaren Zeitraum erfaßt. Für alle Pegelvektoren eines Zeitraumes werden Datenbereiche ermittelt, die Cluster (dichte Punktwolken) im Pegelraum darstellen 5. Dadurch ist es möglich, hot spots auch als Funktion der Zeit zu finden.

Für die Ermittlung der Cluster stehen verschiedene Algorithmen zur Verfügung. Alle Algorithmen basieren auf einer Abstandsberechnung der Vektoren im Pegelraum. Der Euklidische Abstand zwischen Pegelvektoren ist nicht geeignet, da er Verfälschungen in den Pegelwerten, wie die Dämpfung der Empfangssignale innerhalb von Gebäuden, oder ein systematischer Feh-

ler bei der Messung durch die Mobilfunkstation` die alle Pegel in erster Näherung um den gleichen Faktor dämpfen, nicht berücksichtigt. Dadurch entstehen große euklidische Abstände im Pegelraum, die große Abstände im Ortsraum vortäuschen. Im folgenden wird eine verbesserte Abstandsberechnung dargestellt.

Da die Pegel auf der A_{bis} -Schnittstelle in dB (logarithmische Skala) gemessen werden, macht sich ein konstanter Dämpfungsfaktor für die Meßwerte aller Basisstationen als additive Konstante bemerkbar. Die Punkte im Pegelraum, die dadurch entstehen, daß eine Konstante zu allen Komponenten des Vektors addiert wird, repräsentieren daher denselben Pegelvektor. Diese Punkte liegen auf einer Geraden mit der Steigung 1 in allen Komponenten. Als Abstand zwischen zwei Pegelvektoren wird deshalb der Abstand der entsprechenden parallelen Geraden gewählt.

Für zwei gegebene Pegelvektoren sei p_i die Differenz der logarithmischen Meßwerte für die Basisstation mit dem Index i . Dann zeigt eine einfache, geometrische Betrachtung, daß der Abstand d zwischen den parallelen Geraden

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^N p_i^2 - \frac{1}{N} \cdot \left(\sum_{i=1}^N p_i \right)^2}$$

beträgt. Wie man leicht zeigen kann, hat dieser Abstand die gewünschte Eigenschaft, daß er unabhängig von einer additiven Konstante ist.

Die Dichte der Gespräche (also Anzahl der Gespräche / km^2) kann bereits aus der Variation der Pegel zwischen den Pegelvektoren innerhalb des Clusters bestimmt werden 6. Hierzu ist kein exaktes Prädiktionsmodell notwendig, das absolute Pegelwerte als Funktion des Ortes vorhersagt, lediglich die Veränderung der Pegel als Funktion des Ortes muß annähernd ermittelt werden (z.B. in dB / km). Ist insbesondere die Existenz von hot spots nachgewiesen, so werden Pegelvektoren berechnet, die jeweils das Zentrum eines Clusters im Pegelraum definieren. Diesen Zentrums-Vektoren wird jeweils die ermittelte Gesprächsdichte für den betreffenden Cluster zugeordnet. Damit kann bereits die gewünschte Aussage über die Verkehrsdichte getroffen werden.

Für die zusätzliche Option einer graphischen Darstellung 7 bzw. einer Ortszuordnung 8 stehen vor allem zwei Möglichkeiten zur Verfügung

a) Lokalisierung mittels Prädiktionsdaten: Liegen für das betrachtete Gebiet genaue Prädiktionsdaten vor (Vorausberechnung der zu messenden Pegelwerte), kann der Ort aus dem Vergleich des Pegelvektors im Zentrum des hot spots mit den Prädiktionsdaten gefunden werden. Hierzu wird auch auf die bereits zitierte DE 195 33 472 verwiesen.

b) Lokalisierung mittels Online-Messung mit einem Meßfahrzeug: Ist die Existenz von hot spots nachgewiesen, so kann durch gezielte Suche mit einem Meßfahrzeug der Ort des Pegelvektors online bestimmt werden. Dazu wird durch Beobachtung des momentan gemessenen Pegelvektors der Abstand zum gesuchten Pegelvektor bestimmt und als Kostenfunktion eines Optimierungsalgorithmus betrachtet. Alle gängigen Optimierungsstrategien können benutzt werden, um die Richtung zu bestimmen, in die das Meßfahrzeug fahren muß, um den Abstand zu verkleinern (z.B. Gradientenverfahren, konjugiertes Gradientenverfahren, etc.). Bei beiden Verfahren können die die Signalaufzeit charakterisierenden Parameter der Basisstationssignale (timing advance), die den möglichen Aufenthaltsort der Mobilstation auf einen Kreisring bekannter Ausmaße um die Serverzelle beschränkt, benutzt werden, um den Suchraum zu verkleinern.

Der im folgenden beschriebene neuronale Netzwerkalgorithmus erlaubt darüberhinaus eine einfache Umformung der Daten, die einer zweidimensionalen Projektion der Punkteverteilung entspricht 7. Damit wird eine graphische Darstellung der Daten ermöglicht, die das Auffinden von Clustern weiter erleichtern kann.

Ein spezieller neuronaler Netzwerkalgorithmus ist Kohonens Self Organizing Map (SOM). Dieser Algorithmus erlaubt es, die Dichte von Vektoren im N-dimensionalen Pegelraum abzuschätzen und in einer topologieerhaltenden 2-dim. Karte darzustellen. Die Karte wird durch unüberwachtes Training mit den gemessenen Pegelvektoren gewonnen. Da die Orte aller Pegelvektor-Messungen ebenfalls auf einer 2-dim. Fläche, der Erdoberfläche, liegen, und die Pegel im wesentlichen stetig vom Ort abhängen, liegen auch die Pegelvektoren auf einer 2-dim. Mannigfaltigkeit des N-dim. Raumes. Bei optimalem Training wird sich Kohonens SOM als 2-dim. Karte genau in die 2-dim. Mannigfaltigkeit des N-dim. Pegelraumes legen. Das Resultat ist eine verzerrte, 2-dim. Landkarte mit den zugehörigen N-dim. Pegelvektoren.

Kurz zusammengefaßt läuft das Verfahren folgendermaßen ab:

Die Neuronen sind in einer 2-dim. Gitterstruktur, der „Karte“, angeordnet. Jedes Neuron speichert einen N-dim. Pegelvektor, der anfangs entweder zufällig, oder besser mit ungefähren Prädiktionsdaten initialisiert wird. Nacheinander werden iterativ alle A_{bis} -Pegelvektoren präsentiert. Für jeden Vektor wird ein Gewinner-Neuron ermittelt, das den kleinsten Abstand (Abstandsfunktion zwischen Pegelvektoren s.u.) zum Eingabevektor hat. Der gespeicherte Pegelvektor des Gewinnerneurons wird ein wenig an den aktuellen Eingabevektor angepaßt (also noch ähnlicher gemacht). Auch die Nachbar-Neuronen des Gewinners (2-dim. Nachbarschaft) werden ein wenig an den Eingabevektor ange-

paßt, aber weniger weit als das Gewinnerneuron. Die Lernkonstante, mit der der Verschiebungsvektor skaliert wird, wird mit fortschreitender Lernzeit immer kleiner, so daß sich am Ende ein stabiler Zustand einstellt. Das 2-dim. Neuronennetz stellt dann eine topologie-erhaltende Abbildung (nichtlineare „Projektion“) des N-dim. Pegelraumes dar, wobei sich in Gebieten hoher Gesprächsdichte, viele Neuronen versammeln (geringer Abstand der Pegelvektoren von benachbarten Neuronen). In Gebieten geringer Gesprächsdichte sind die Abstände im Pegelraum entsprechend größer. Das kann z. B. durch eine Grauwertkodierung visualisiert werden (Fig. 2), bei denen die Felder zwischen zwei Neuronen entsprechend der Abstände im Pegelraum gefärbt werden:

dunkel: große Pegelvektorabstände
hell: kleine Pegelvektorabstände

Helle Flecken bezeichnen dann die hot spots, deren Anzahl durch visuelle Inspektion sofort bestimmt werden kann.

Nach dem Training der Kohonen-SOM erkennt man im vorliegenden Fall ganz deutlich 9 hot spots, die, bis auf topologische Verzerrungen, dem realen Vorkommen von Hot Spots im betrachteten Gebiet entsprechen. Durch eine Ortszuordnung der Ergebnisse nach den beschriebenen Verfahren a) oder b) kann die Darstellung geographisch korrekt und somit entzerrt wiedergegeben werden (Fig. 3).

Patentansprüche

1. Verfahren zur Analyse der Verkehrsdichte in einem Mobilfunknetz mit Mobilstationen und Feststationen, wobei die Mobilstationen Sendeparameter mehrerer Feststationen bestimmen, die geeignet sind, den Aufenthaltsort der Mobilstation zu charakterisieren,
dadurch gekennzeichnet,

daß durch eine Datenerfassungseinheit die bestimmten Parameter pro Mobilstation erfaßt und derart vektoriell abgelegt werden, daß die Parametervektoren eine Punkteverteilung in einem mehrdimensionalen Parameterraum repräsentieren
und eine Analyseeinheit eine Analyse der Vektordaten durchführt, die einer Analyse der durch die Vektoren repräsentierten Punkteverteilung entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine Mittelung der bestimmten Parameterwerte durchgeführt wird.

3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine Normierung der Parametervektoren erfolgt.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß in einem Analyseschritt Datenbereiche ermittelt werden, die Häufungen in der Punkteverteilung im Parameterraum entsprechen.

5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,

daß in dem betreffenden Analyseschritt eine Ermittlung ähnlicher Parametervektoren erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5,
dadurch gekennzeichnet,

daß das Auftreten von Datenbereichen, die Häufungen in der Punkteverteilung entsprechen, in geeigneter Weise angezeigt wird.

7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine Umformung der Parameterdaten erfolgt, die einer zweidimensionalen Projektion der Punkteverteilung im Parameterraum entsprechen.

8. Verfahren nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,

daß eine graphische Darstellung der Daten entsprechend einer zweidimensionalen Projektion erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,

daß zur Umformung der Daten ein neuronales Netzwerkverfahren verwendet wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

daß durch einen Vergleich der bestimmten Parameterwerte mit vorbestimmten Vergleichswerten eine Ortszuordnung der Parametervek-

toren und/oder der Häufungen entsprechenden Datenbereichen durchgeführt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet, 5
- daß als vorbestimmte Vergleichswerte die
Ergebnisse eines Prädiktionsverfahrens dieser
Sendeparameter verwendet werden. 10
12. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
- daß als vorbestimmte Vergleichswerte die
Ergebnisse von Meßfahrten in dem betreffen- 15
den Gebiet verwendet werden.
13. Verfahren nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet, 20
- daß die Meßergebnisse während der Meßfahrt
mit den bestimmten Parameterwerten vergli-
chen werden und aus dem Ergebnis eine
Fahrtrichtung und/oder Fahrtroute für das
Meßfahrzeug ermittelt wird. 25
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
- daß die den Parametervektoren und/oder den 30
Häufungen zugeordneten Orte auf einer digita-
len Karte visualisiert werden.

35

40

45

50

55

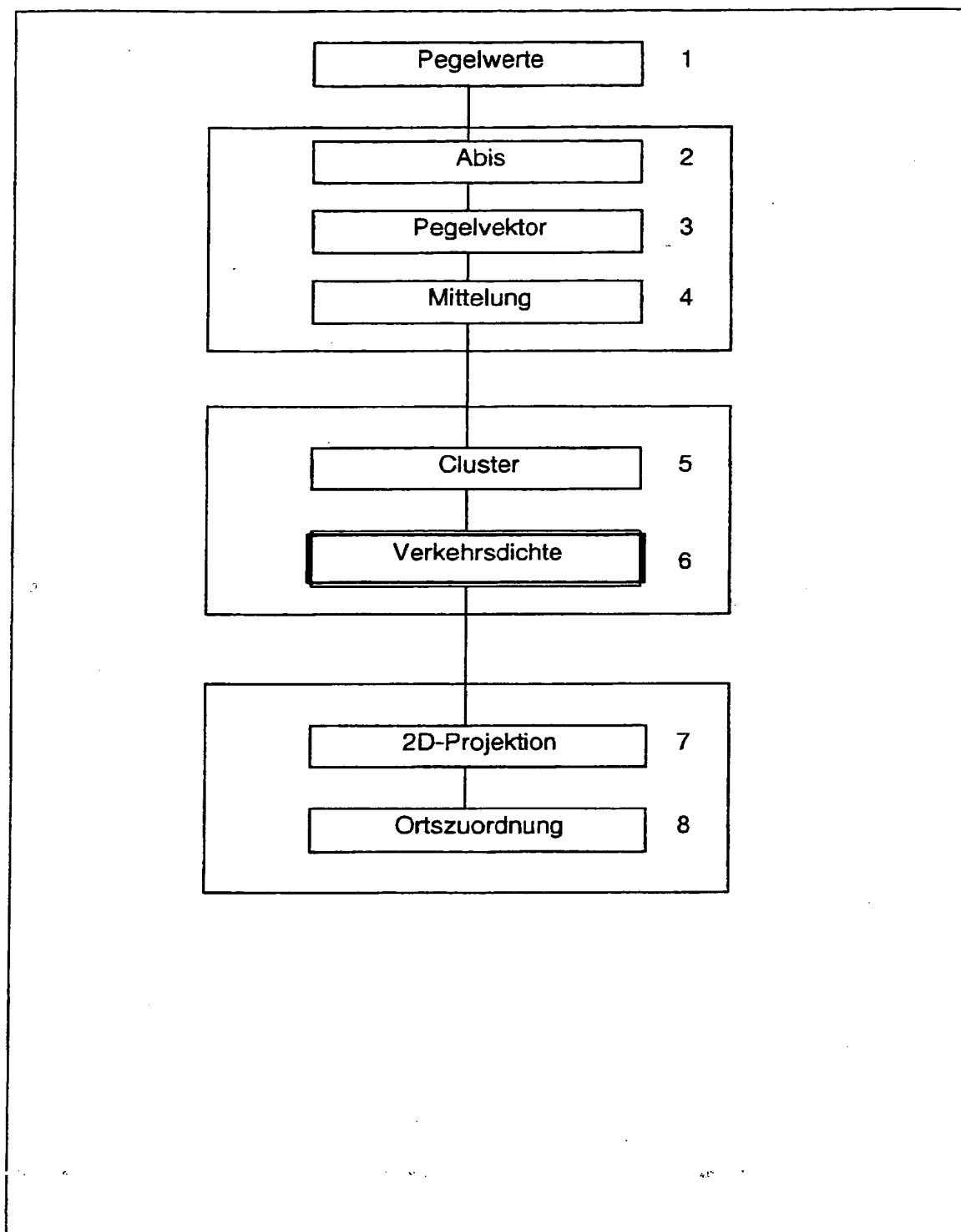


Fig. 1

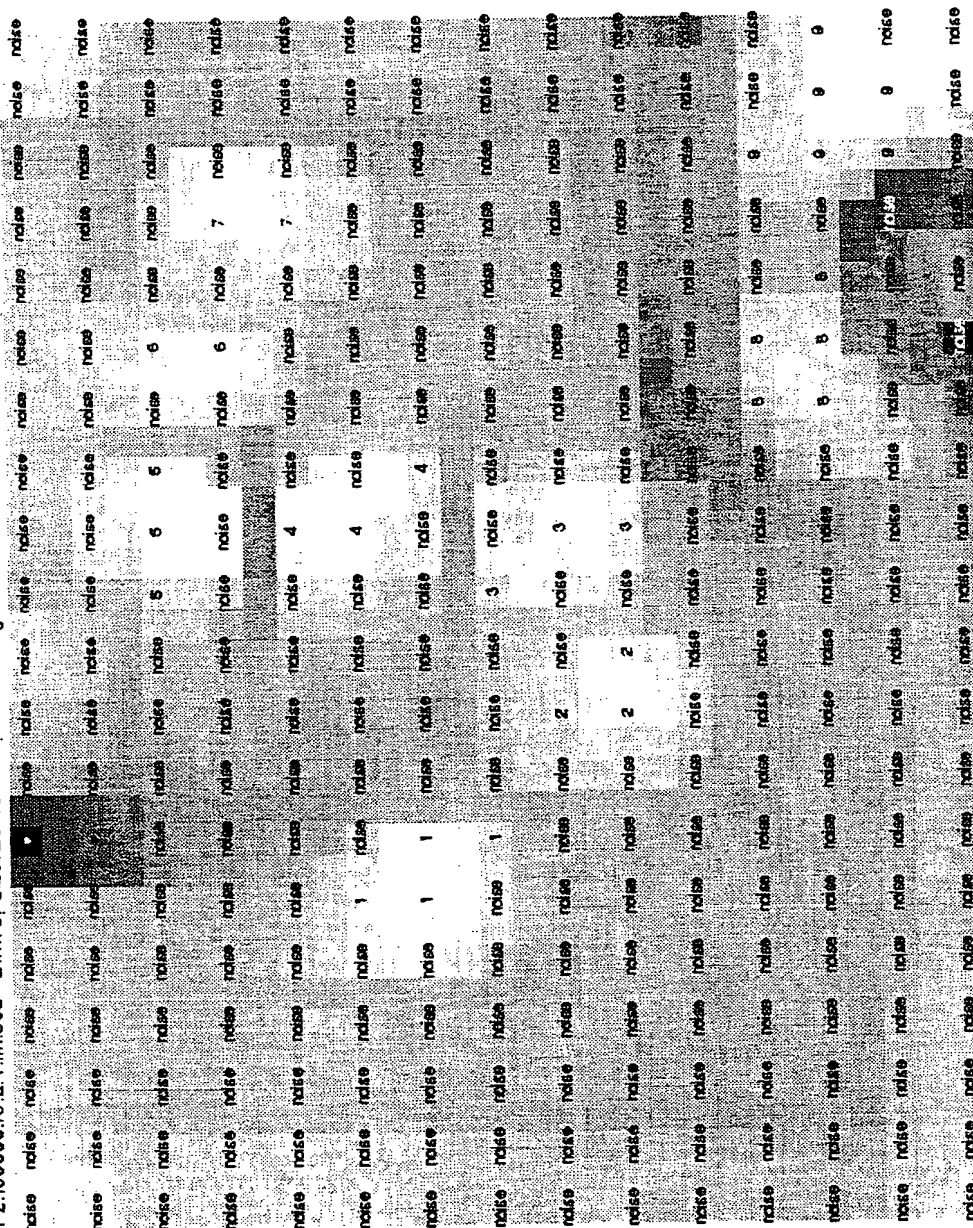


Fig. 2

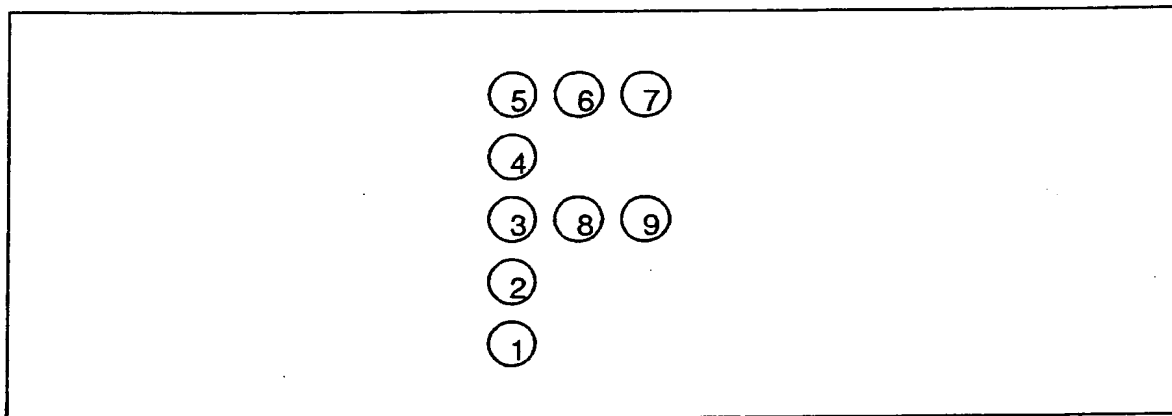


Fig. 3

